

中国青年属花粉形态及其与栎属的关系*

王 萍 莉

张 金 谈

(中国科学院成都生物研究所, 成都) (中国科学院植物研究所, 北京)

摘要 经研究表明, 青冈属 *Cyclobalanopsis* 与常绿栎类花粉形态特征基本上是一致的, 如花粉的形状和大小, 萌发孔的类型以及外壁的结构均很相似。作者支持将青冈属归入栎属, 作为属下等级, 即青冈亚属 (Subg. *Cyclobalanopsis*) 的分类处理。

关键词 青冈属; 栎属; 花粉形态; 显微结构; 超微结构

对壳斗科的属、种划分, 国内外一些学者见解颇有不同, 其争论的焦点是栎属和青冈属的分合问题。德国学者 K. Prantl 和美国学者 A. Rehder, 他们根据壳斗外鳞片、花柱形状、胚胎着生位置等, 将本属分为 *Cyclobalanopsis* Prantl, *Erythrobalanus* Spach., *Lepidobalanus* Endl. 三个亚属。但后来一些学者观点不统一, 如徐永椿等(1976)、黄成就等(1978)。

对栎属的花粉形态研究, 过去国内外有不少的报道^[1,2,4,5,9-16]。但对青冈属的花粉形态还没有专门的研究。为此, 我们将栎属和青冈属花粉形态分别进行研究, 采取光学显微镜和扫描电镜的方法, 并对其中 11 种有代表性的花粉作超薄切片, 进行透射电镜的观察研究, 为探讨栎属和青冈属的分合问题提供孢粉学的证据, 也为孢粉化石鉴定提供对比资料。

材 料 和 方 法

所用材料大部分采自西南林学院, 少数取自四川林科所标本室。处理方法与栎属相同。经醋酸酐分解后的花粉, 一部分用甘油胶制片供光学显微镜观察用, 另一部分用乙醇梯度脱水后粘于样品台上, 镀膜后供扫描电镜观察和照相, 再一部分作超薄切片, 供透射电镜观察和照相。凭证标本见附录。

观 察 结 果

(一) 青冈属花粉的形态特征(表 1)

花粉粒近球形, 有些近长球形或扁球形; 大小为 $25.2(18.9-31.5) \times 23.1(16.8-27.3) \mu\text{m}$; 萌发孔基本上为 3 拟孔沟, 少数 3 沟, 偶见 3 孔沟, 孔明显或不明显, 多数在赤道面能见到孔的断面, 有时还能看到明显的轮廓, 沟较明显, 末端较钝; 外壁表面具细颗粒状纹饰, 有时纹饰不明显, 在扫描电镜下为疣状, 聚合疣状或细密颗粒和小刺状纹饰; 通过对窄叶青冈 *C. augustinii* 等 11 种的超薄切片观察, 外壁最外面具覆盖层, 在沟间区有时具穿孔, 柱状层为矮柱状, 内层一般很薄, 萌发孔处无外层, 仅保留较厚的内层。

* 1. 中国科学院科学基金资助课题。

2. 本文拉丁学名承北京林业大学任宪威教授协助查阅, 谨此致谢。

(二) 青冈属和栎属萌发孔类型

从萌发孔看可以分为四种类型:

1. 只具 3 沟的花粉类型: 包括麻栎 *Quercus acutissima*、栓皮栎 *Q. variabilis*、小叶栎 *Q. chenii*、槲栎 *Q. aliena*、匙叶槲栎 *Q. aliena* var. *pellucida*、锐齿槲栎 *Q. dentata* var. *acuteserrata* 锐齿波罗栎 *Q. dentata* var. *oxyloba*、短柄枹栎 *Q. glanbulifera* var. *brevipiciolata*、辽东栎 *Q. actungensis* 等落叶栎类基本上为 3 沟类型。

2. 具 3 沟(—3 拟孔沟)的花粉类型: 包括毛叶槲栎 *Q. malacotricha*、枹栎 *Q. glandulifera*、小白栎 *Q. fabri*、蒙古栎 *Q. mongolica*、檀子栎 *Q. baronii*、匙叶栎 *Q. spathulata*。

3. 具 3 拟孔沟(—3 沟)的花粉类型: 包括波罗栎 *Q. dentata*、乌冈栎 *Q. phillyracoides*、高山栎 *Q. senicorpifolia*、矮高山栎 *Q. monimotricha*、川滇高山栎 *Q. aquifolioides*、长苞高山栎 *Q. fimbriata*、光叶高山栎 *Q. rehderiana*、帽斗栎 *Q. guyracifolia*、灰背栎 *Q. senescens* 及云山青冈 *Cyclobalanopsis nubium*、星毛青冈 *C. brevibradiata* (包括少数 4 拟孔沟)。

4. 只具 3 拟孔沟, 孔不明显的花粉类型: 包括巴东栎 *Q. engleriana*、铁橡栎 *Q. pannosa*、刺叶栎 *Q. spinosa*、长穗高山栎 *Q. longispica*、及窄叶青冈 *C. angustinii*、黄毛青冈 *C. delavayi*、法斗青冈 *C. faadoouensis*、曼青冈 *C. oxgodon*、毛曼青冈 *C. gambleana*、细叶青冈 *C. gracilis*、多脉青冈 *C. multinervis*、梅花山青冈、*C. meihuashanensis*、大青山青冈 *C. daquinshanensis*、有的花粉孔较明显, 偶尔可见 3 孔沟, 如岭南青冈 *C. championii*、青冈 *C. glauca*、滇青冈 *C. glaucoides*、毛叶青冈 *C. kerrii*、小叶青冈 *C. myrsinaefolia*、福建青冈 *C. chungii*、和 *C. obovata*。

以上可看出, 除落叶栎类为 3 沟花粉外, 其余花粉基本上为 3 拟孔沟(孔明显或不明显)或以 3 拟孔沟为主, 伴有少数 3 沟或 3 孔沟花粉。

(三) 青冈属和栎属的外壁纹饰

在光学显微镜下均为颗粒状纹饰, 落叶栎类为粗颗粒, 常绿栎类和青冈类为细颗粒。

在扫描电镜下可分为:

1. 瘤状或聚合瘤状纹饰: 具有此种纹饰的花粉有麻栎、栓皮栎、小叶栎、槲栎、匙叶槲栎、锐齿槲栎、毛叶槲栎、菠萝栎、锐齿菠萝栎、枹栎、短柄枹栎、小白栎、蒙古栎、辽东栎、檀子栎等。

2. 疣状或聚合疣状纹饰: 具有此种纹饰的花粉有巴东栎、乌冈栎、铁橡栎、锤连栎、匙叶栎及青冈、曼青冈、黄毛青冈、星毛青冈、毛曼青冈、窄叶青冈、云山青冈、大青山青冈和 *C. obovata*。

3. 颗粒和小刺状纹饰: 具有此种纹饰的花粉有高山栎、矮高山栎、川滇高山栎、长苞高山栎、川西栎、帽斗栎、黄背栎、灰背栎、刺叶栎、长穗高山栎、光叶高山栎及岭南青冈、滇青冈、毛叶青冈、法斗青冈、细叶青冈、多脉青冈、小叶青冈、梅花山青冈等。

栎属四个组和青冈属的主要花粉形态特征归纳比较如下:

麻栎组: Sect. *Aegilops* (Reichenb.) Schwarz: 花粉粒具 3 沟, 瘤状纹饰, 柱状层不明显, 覆盖层和基层厚度几相等。

榲栌组: Sect. *Robur* Loud.: 花粉粒具 3 沟(—3 拟孔沟), 聚合瘤状纹饰, 柱状层明显, 覆盖层和基层厚度几相等。

巴东栌组 Sect. *Englerianae* (A. Camus) Hsu et Jen: 花粉粒具 3 拟孔沟, 少数 3 沟, 疣状纹饰, 柱状层明显, 覆盖层上具疣, 厚于基层(尤其在沟间区)。

高山栌组 Sect. *Suber* (Reichenb.) Spach: 花粉粒具 3 拟孔沟, 少数 3 沟, 细密颗粒和小刺状纹饰, 柱状层明显, 覆盖层厚于基层(尤其在沟间区)。

青冈属: 花粉粒具 3 拟孔沟, 少数 3 孔沟, 聚合疣状、颗粒和小刺状纹饰, 柱状层明显, 覆盖层厚于基层(尤其在沟间区)。

讨 论

(一) 青冈属与常绿栌类花粉形态

1. 花粉的形状和大小: 均为近球形或近长球形、扁球形; 大小: 常绿栌类一般为 $(25.2-33.6) \times (18.9-29.4) \mu\text{m}$, 极轴最长为 $37.8 \mu\text{m}$, 赤道轴最长为 $31.5 \mu\text{m}$, 青冈属常见大小为 $(23.1-31.5) \times (21-25.2) \mu\text{m}$, 极轴最长为 $31.5 \mu\text{m}$, 赤道轴最长为 $27.3 \mu\text{m}$ 。而落叶栌类大小一般为 $(27.3-42) \times (25.1-37.8) \mu\text{m}$, 极轴最长为 $50.4 \mu\text{m}$, 赤道轴最长为 $46.2 \mu\text{m}$ 。可见它们的大小相差不太远, 并且常绿栌类花粉大小居中, 青冈类最小, 落叶栌类最大。

2. 萌发孔类型: 常绿栌类基本上具 3 拟孔沟, 伴有少数 3 沟, 与青冈属花粉萌发孔相同, 而且两者萌发孔有时明显, 有时不明显。

3. 表面纹饰: 在光学显微镜下均为明显或不明显的颗粒, 扫描电镜下巴东栌组具疣状纹饰, 而高山栌组具细密颗粒和小刺, 青冈属则两者兼有。

4. 外壁结构: 均为两层, 外壁外层厚于内层, 在透射电镜下均为具较厚的覆盖层, 沟间区覆盖层特别厚, 上具颗粒或小刺, 覆盖层下为矮柱状层, 有时具很薄的内层。

以上特征充分表明这两类花粉形态非常相似。

(二) 青冈属和栌属的花粉类型

1. 花粉球形或近球形, 体积较大; 具 3 沟或 3 拟孔沟, 孔一般不明显; 表面纹饰在光学显微镜下为粗颗粒状, 在扫描电镜下为瘤状或聚合瘤状纹饰。具这种特征的花粉基本上属于落叶栌类(包括麻栌组、榲栌组以及两种国外标本)。

两种国外标本 *Q. prionoides* 和 *Q. alba* 我们与国内种进行比较。其花粉形状为近球形, 大小接近于国产常绿栌类, 表面纹饰和外壁结构与落叶栌类相似。

2. 花粉近球形, 有时为近长球形或扁球形, 体积较小, 具 3 拟孔沟(—3 沟), 孔多数较明显, 表面纹饰在光学显微镜下为细颗粒状, 在扫描电镜下为疣状或聚合疣状纹饰、颗粒和小刺状纹饰。具这种特征的花粉有常绿栌类(包括巴东栌组和高山栌组)及青冈类植物。

(三) 青冈属的归属问题

关于青冈属与栌属的分合问题是壳斗科长期以来分类研究和讨论的中心, 一些学者曾从不同角度, 采用不同的研究手段, 做了大量的工作, 并持有不同的见解。我国徐永椿教授等认为, 青冈属壳斗苞片排列成轮状的同心环, 栌属壳斗苞片排列成覆瓦状; 青冈属

表 1 中国青冈属 *Cyclobalanopsis* 花粉形态特征
Table 1 Pollen morphology of *Cyclobalanopsis* in China

种 名 Species	花粉 编号 (Pollen NO.)	花粉大小 Size of pollen grains	萌发孔特征 Characteristics of aperture		外壁特征 Characteristics of exine				地理分布和生态环境 Geographical distribution and habitat	图版号 Plate No.
			类 Type	型 length of colpus (μm)	层 次 Stratification	厚度 Thick- ness (μm)	纹饰 Ornamentation	扫描电镜下 Under SEM		
岭南青冈 <i>Cyclobalanopsis championii</i>	0115	23.1(23.1—25.2) $\times$ 18.7(16.8— 23.1)	3 拟孔沟(极少 3 孔沟) 3-colporoidate, rarely 3-colporate	18.9 $\pm$	2 层外层厚于内层 sexine 2-layered, thicker than nexine	1.5—1.7	明显颗粒 distinctly granulate	颗粒和小刺 granulate and spinulate	我国广布种, 生长 于 100—1000 m 的 山地林中	1:1—3
滇 青 冈 <i>C. glaucoides</i>	0147	25.2(23.1—29.4) $\times$ 23.1(21—27.3)	同上 Do	21—23.1	同上 Do	1.6—1.7	同上 Do	细密颗粒和小刺 finely, densely granulate and spinulate	西南地区固有种, 生长于 1500 2800 m 的山地林 中	2:6, 16, 17
毛叶青冈 <i>C. kerrii</i>	0148	31.5(27.3—31.5) $\times$ 23.1(21—27.3)	同上 Do	21—23.1	同上 Do	1.5—1.8	同上 Do	同上 Do	西南、华南及外国 地区, 生长于 250—300 m 的丘 陵地带疏林中	2:18, 19, 32 4:7—8
小叶青冈 <i>C. myrsinaefolia</i>	0200	23.1(21—23.1) $\times$ 16.8(16.8—23.1)	同上 Do	14.7—16.8	同上 Do	1.6—1.7	颗粒状纹饰 granulate	同上 Do	我国广布种, 生长 于 700—2500 m 的 沟边斜坡杂木林中	2:21, 23, 24 4:9—10
福建青冈 <i>C. chungii</i>	0105	23.1(23.1—29.4) $\times$ 23.1(18.9— 25.2)	同上 Do	14.7—16.8	同上 Do	1.4—1.5	纹饰不明显 indistinctly	同上 Do	福建鼓山	1:20, 22, 23
青 冈 <i>C. glauca</i>	0117	23.1(23.1—25.2) $\times$ 21(21—23.1)	同上 Do	16.8—18.9	同上 Do	1.6—1.8	明显颗粒 distinctly granulate	聚合疣状纹饰 aggregatively verrucate	东亚广布种, 生长 于 1000—1500 m 的石灰岩山地	1:4—6

表 1 (续)

种 名 Species	花粉 编号 (Pollen No.)	花粉大小 Size of pollen grains	萌发孔特征 Characteristics of aperture		外壁特征 Characteristics of exine				地理分布和生态环 境 Geographical distribution and habitat	图版号 Plate No.
			类 型 Type	沟 长 length of colpus (μm)	层 次 Stratification	厚 度 Thick- ness (μm)	纹饰 Ornamentation	纹饰 光镜下 Under LM	纹饰 扫描电镜下 Under SEM	
窄叶青冈 <i>C. angustifolia</i>	0135	21(18.9—25.2)× 18.9(18.9—23.1)	3 拟孔沟 3-colporoidate	12.6—16.8	2 层, 约相等 two layers equal in thickness	1.0—1.3	同上 Do	同上 Do	同上 Do	1:7—9 4:11 西南地区固有, 生长于 1200—2700 m 处
黄毛青冈 <i>C. delavayi</i>	0136	31.5(25.2—31.5) ×23.1(23.1—25.2)	同上 Do	23.1—25.2	同上 Do	1.5—1.6	纹饰不明显 indistinctly	同上 Do	同上 Do	1:10, 11, 15 西南地区固有, 生长于 1000—2500 m 林中
毛曼青冈 <i>C. gambleana</i>	0197	23.1(18.9—23.1) ×21(18.9—23.1)	同上 Do	12.6—14.7	同上 Do	1.3—1.5	颗粒状纹饰 granulate	同上 Do	同上 Do	1:16, 26, 27 西南、华南及外围地区
大青山青冈 <i>C. daquinhensis</i>	0206	27.3(23.1—27.3) ×23.1(21—25.2)	同上 Do	14.7—18.9	同上 Do	1.7—1.8	明显颗粒 distinctly granulate	同上 Do	同上 Do	2:3, 4, 31 福建等华南地区
云山青冈 <i>C. nubium</i>	0201	27.3(23.1—29.4) ×25.2(18.9—25.2)	3 拟孔沟 (极少 3 沟) 3-colporoid- ate (rarely 3-co- lporate)	16.8—18.9	2 层, 约相等 two layers, equal in thickness	1.6—1.8	颗粒状纹饰 granulate	同上 Do	聚合疣状纹饰 aggregatively verrucate	2:1, 2, 26 西南、华南等省区, 生长于 1300—2000 m 的山坡, 山谷杂木林中
<i>C. obovata</i>	0205	29.4(23.1—29.4) ×25.2(21—25.2)	3 拟孔沟 (孔明显)	14.7—18.9	同上 Do	1.9 土	同上 Do	同上 Do	同上 Do	2:9, 10, 25 福建、湖南、广东、广西、海南岛

曼青冈 <i>C. oxyodon</i>	0195	23.1(21—25.2) × 21(21—25.2)	同上 Do	16.8—18.9 14.7—16.8	2层, 外层厚于内层 2-layered, sexine thicker than nexine 同上 Do	1.4—1.6 1.5—1.6	明显颗粒 distinctly granulate 颗粒纹饰 granulate	同上 Do	西南、华南及外围 地区, 生长于 1500—2800 m 的 山坡、山谷密林中	1:17, 18, 21 3:5—10
细叶青冈 <i>C. gracilis</i>	0198	23.1(21—25.2) × 23.1(18.9—25.2)	同上 Do	14.7—16.8	同上 Do	1.5—1.6	颗粒纹饰 granulate	细密颗粒和小刺 finely and densely granulate and spinulate	生长于 600—1800 m 的低、中山坡和 山间浅谷地带	2:1, 8, 22
梅花山青冈 <i>C. meihuashanensis</i>	0207	25.6(23.1—27.3) ×23.1(23.1— 25.2)	同上 Do (孔不明显)	14.7—18.9	2层, 约相等 two layers equal in thickness	1.1—1.3	同上 Do	颗粒和小刺 granulate and spinulate	福建梅花山顶, 生 长于 1600 m 左右 山地	2:15, 27, 28
法斗青冈 <i>C. faadoonensis</i>	0146	25.2(21—27.3) × 25.2(16.8—25.2)	同上 Do	18.9 ±	同上 Do	1.6 ±	纹饰不明显 indistinct	同上 Do	云南特有, 生长 于 1400—1700 m 杂木林中	1:12—14
多脉青冈 <i>C. multinervis</i>	0199	23.1(23.1—25.2) ×23.1(21—23.1)	同上 Do	11.8—18.9	2层, 外层厚于内层 2-layered sexine than nexine	1.6 ±	颗粒状纹饰 granulate	细密颗粒和小刺 finely densely granulate and spinulate	湖南、广东、广西、 四川, 生长于 1300—2000 m 的砂 页岩山地	2:5, 29, 30
星毛青冈 <i>C. brevibradiata</i>	0196	27.3(23.1—29.4) ×23.1(21—25.2)	3 拟孔沟 (—4 拟孔 沟, —3 沟) 3-colporoidate (4-colporoidate, 3-colpate)	18.9—25.2	2层, 约相等 two layers, equal in thickness	1.3 ±	明显颗粒 distinctly granulate	聚合疣状纹饰 aggregately verrucate	我国广布种	2:11—14, 20
<i>Quercus alba</i>	0114	29.4(25.2—29.4) ×27.3(21—31.5)	3 拟孔沟 (—3 沟) 3-colporoidate (—3-colpate)	14.7—18.9	2层, 约相等 two layers, equal in thickness	1.6—1.9	明显粗颗粒 distinctly granulate		哈佛大学树木园 H. H. Chung 375	1:19, 24, 25
<i>Quercus prinoides</i>	0208	27.3(23.1—29.4) ×27.3(25.2— 29.4)	同上 Do	16.8—18.9	同上 Do	1.6—1.9	同上 Do		哈佛大学树木园 H. H. Chung, 389	1:28—30 3:8—9

木材为辐射孔材,栎属为辐射孔材及环孔材;青冈属与栎属的分布区也不同,等等,因此应将青冈属从栎属中分出来为一个独立的属即青冈属 *Cyclobalanopsis* Oerst., 而 K. Prantl 和 A. Rehder 依据壳斗鳞片生长情况、花柱的形状、胚珠着生的位置、果实被毛与否等,将栎属分为三个亚属(包括青冈亚属在内)。也有不少学者如 A. Camus 和我国黄成就教授等主张把青冈属置于栎属,不赞成分立。从花粉形态特征来看,两属花粉具有很多共同的特征(表 1)。我们支持将青冈属置于栎属内,作为属下等级更合理些。再从植物外部形态看,它们雄花序均为柔荑花序,总苞均为壳斗状,在每一总苞内只有圆形坚果一个,这说明它们属于一个自然类群。但在这个类群里因不同的种类分布于不同的生态环境,产生落叶与不落叶类型,例如分布于陕西、山西和东北各省区的种类,全是落叶性乔木,这反映了对自然条件的适应性,而在长期的适应过程中形成了落叶栎类较定型的特征。表现在花粉特征上是:花粉体积较大、具 3 沟、表面纹饰粗,与体积较小、具 3 拟孔沟、表面细颗粒状纹饰的常绿栎类和青冈类花粉有较明显的区别。所以在花粉形态特征上,只能从落叶类和常绿类分为两个基本类型,在常绿类再分为常绿栎类和青冈类则比较困难。故我们认为将青冈属归入栎属,作为属下等级,即青冈亚属 Subg. *Cyclobalanopsis* 更为自然和合理。

附录 (Appendix): 凭证标本 (Voucher Spec.)

Cyclobalanopsis championii 广东龙门 Tsang W. T. 20441; *C. glaucoidea* 云南(四川) 13608(3541); *C. kerrii* 云南(四川) 孔宪需 64416 (4649); *C. myrsinaefolia* 四川 植被队 00008; *C. chungii* 福建 龚秋明 II 51; *C. glauca* 广西桂林 钟济新 808725; *C. angustinii* 云南 014292; *C. delavayi* 云南(四川) 赵良能 013556 (2485); *C. gambleana* 四川 陈晓文等 4-20; *C. daquinshanensis* 福建 郑清芳 76050; *C. nubium* 四川 林开太 11401; *C. obovata* 福建 郑清芳 76050; *C. oxyodon* 云南(四川) 牟克华 91060(1257); *C. gracilis* 四川 牟克华 0687; *C. meihuashanensis* 福建 郑清芳 76198; *C. faadonensis* 云南 13581; *C. multinervis* 四川 牟克华 0439; *C. breviradiata* 四川 牟克华 1245; *Quercus alba* 哈佛大学植物园 H. H. Chung 375; *Q. prinoides* 哈佛大学植物园 H. H. Chang 389。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院植物研究所形态室孢粉组, 1960: 中国植物花粉形态, 科学出版社, 125—128。
- [2] 中国科学院植物研究所古植物室孢粉组、华南植物研究所形态室, 1982: 中国热带亚热带被子植物花粉形态, 科学出版社, 145—152。
- [3] 中国科学院昆明植物研究所, 1979: 云南植物志, 第二卷, 科学出版社。
- [4] 刘兰芳、房志坚, 1986: 中国壳斗科栎亚科花粉形态研究, 广西植物 *Guibaia* 6(4): 243—251。
- [5] 何天相, 1981: 广东壳斗科木材的宏观结构及其与分类分布的关系, 植物分类学报, 19(3): 271—278。
- [6] 张金谈、王萍莉, 1986: 中国栎属花粉形态研究, 植物分类学报, 24(5): 362—369。
- [7] 高蕴璋, 1975: 中国的山毛榉科, 生物学通报, (12): 30—36。
- [8] 黄成就, 1978: 中国壳斗科植物新种及亚洲东南部几种属植物评注, 植物分类学报, 11(4): 70—76。
- [9] 黄增泉, 1972: 台湾植物图志, 114—115。
- [10] Miyoshi, N., 1981: Pollen morphology of Japanese *Quercus* (Fagaceae) by means of scanning electron microscope. *Jap. Jour. Palynology*, 27(2): 45—50。
- [11] Olsson V., 1974: On the use of laser for fracturing pollen grains of *Quercus robur* (Fagaceae). *Grana*, 14: 100—102。
- [12] Olsson V., 1975: On the size and microstructure of pollen grains of *Quercus robur* and *Q. petraea* (Fagaceae) *Bot. Not.* 128: 254—264。
- [13] Rushton B. S., 1976: Pollen grains in *Quercus robur* and *Q. petraea* (Matt.) *Liebl. Watsonia*, London, 11(2): 137—140。
- [14] Smitn, A., 1973: A scanning electron microscopical study of the pollen morphology in the genus *Quercus*. *Acta Bot. Neerl.* 22(6): 655—665。

- [15] Solomon A. M., 1983: Pollen morphology and taxonomy of white oaks in eastern north America. *Amer. Jour. Bot.* 70(4): 481—494.
- [16] Solomon A. M., 1983: Pollen morphology and plant taxonomy of red oaks in eastern North America. *Amer. Jour. Bot.* 70(4): 495—507.

POLLEN MORPHOLOGY OF *CYCLOBALANOPSIS* AND ITS RELATION TO *QUERCUS*

WANG PING-LI

(Chengdu Institute of Biology, Academia Sinica, Chengdu)

CHANG KING-TANG

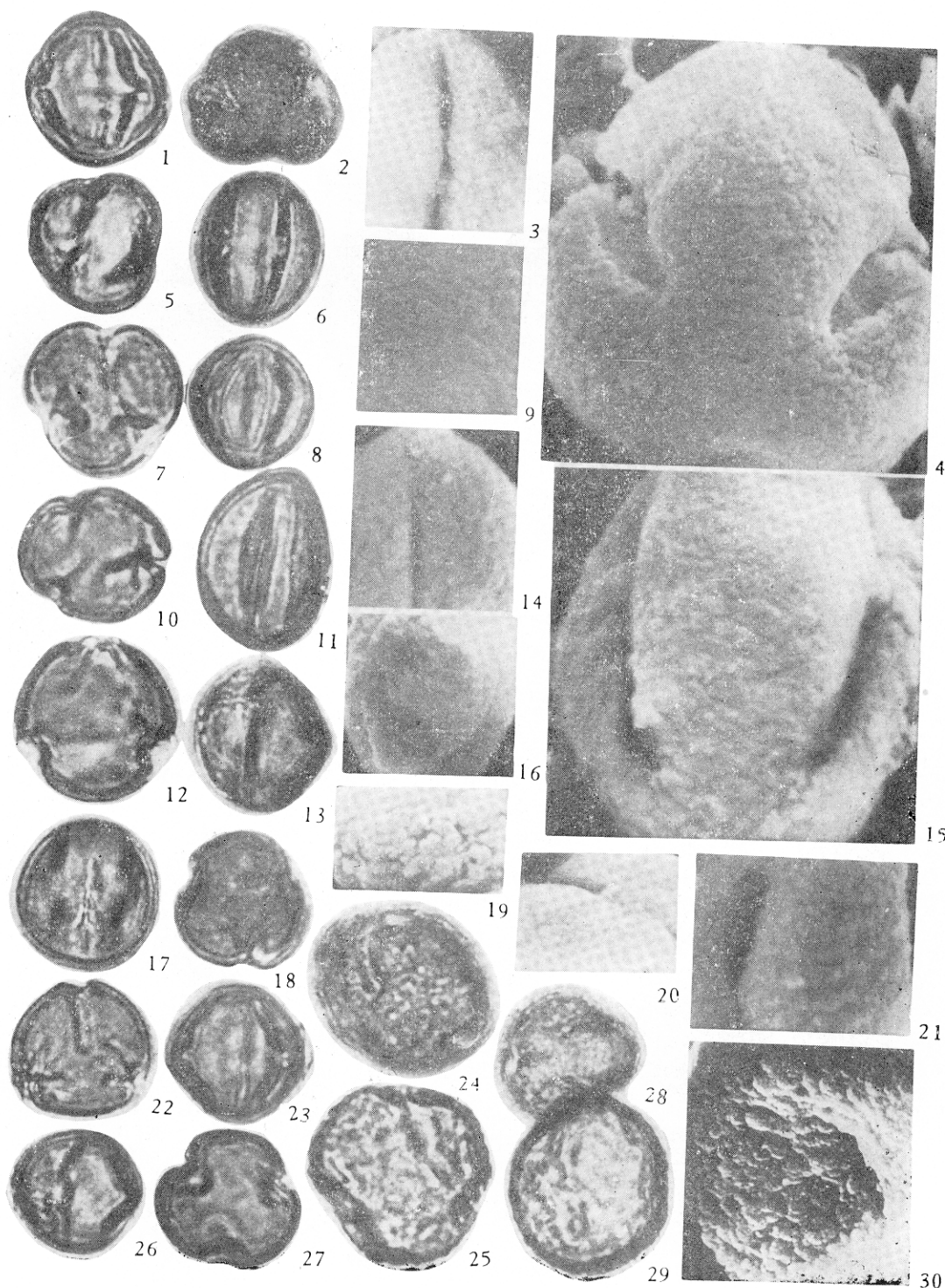
(Institute of Botany, Academia Sinica, Beijing)

Abstract The present paper deals with pollen morphology of 19 species belonging to *Cyclobalanopsis* and of 31 species belonging to *Quercus* from China. All pollen grains were examined under light microscope and scanning electron microscope, and those of 4 species of *Cyclobalanopsis* and of 8 species of *Quercus* were examined under transmission electron microscope.

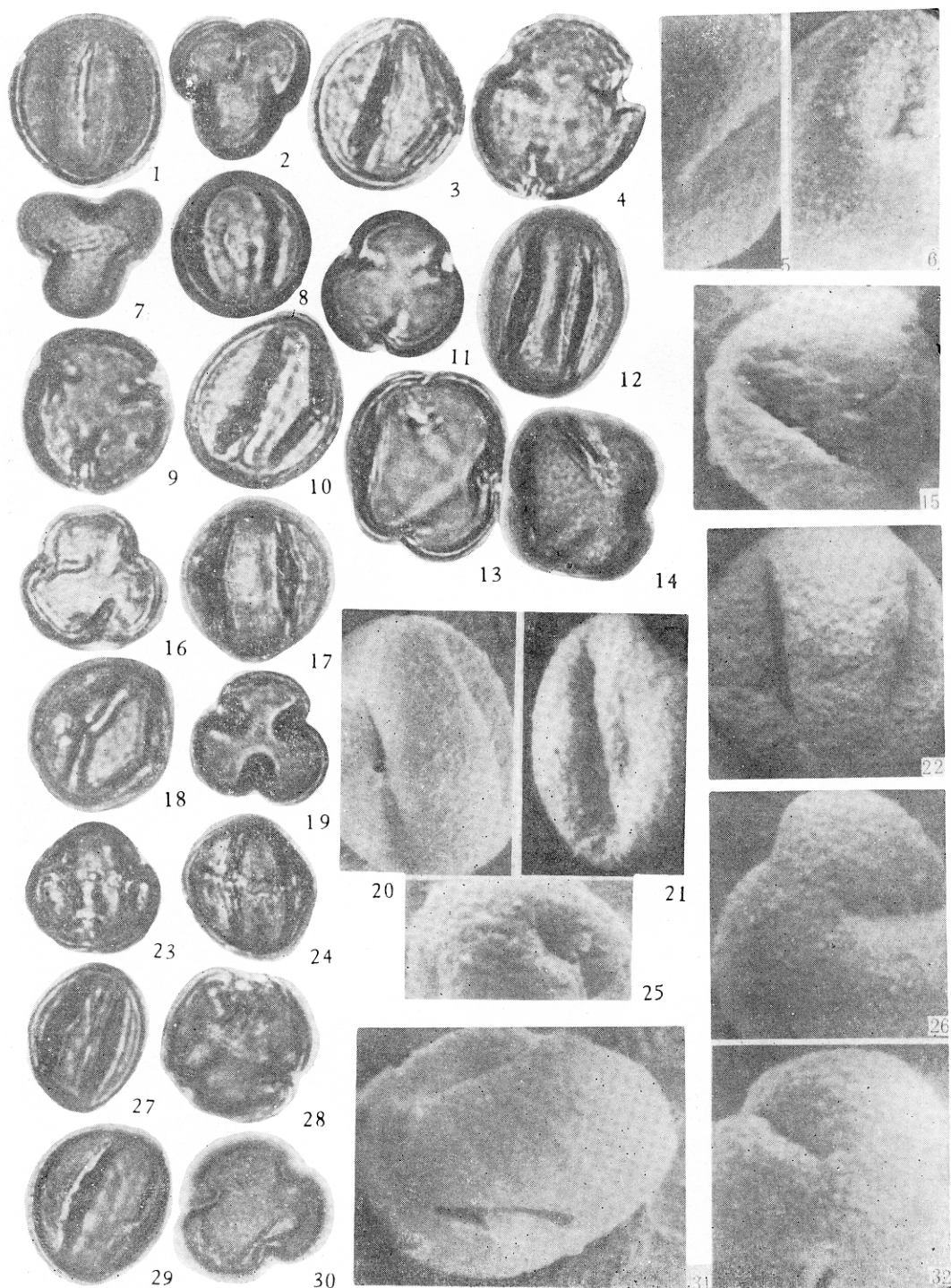
Pollen grains of *Cyclobalanopsis* are spheroidal or subspheroidal, $25.2(18.9—31.5) \times 23.1(16.8—27.3) \mu\text{m}$ in size. Mostly 3-colporoidate, rarely 3-colpate or 3-colporate. The exine is 2-layered, 1.1—1.9 μm thick, sexine thicker than nexine, finely granulate under LM, granulate, spinulate, verrucate under SEM.

Pollen grains of *Cyclobalanopsis* and of evergreen members of *Quercus* are very similar to each other in size, aperture and ornamentation of exine, but there are some differences in pollen grains between *Cyclobalanopsis* and deciduous members of *Quercus*. Therefore, Pollen morphology supports the treatment of *Cyclobalanopsis* as a subgenus of *Quercus*.

Key words *Cyclobalanopsis*; *Quercus*; Pollen morphology; Microstructure; Ultrastructure

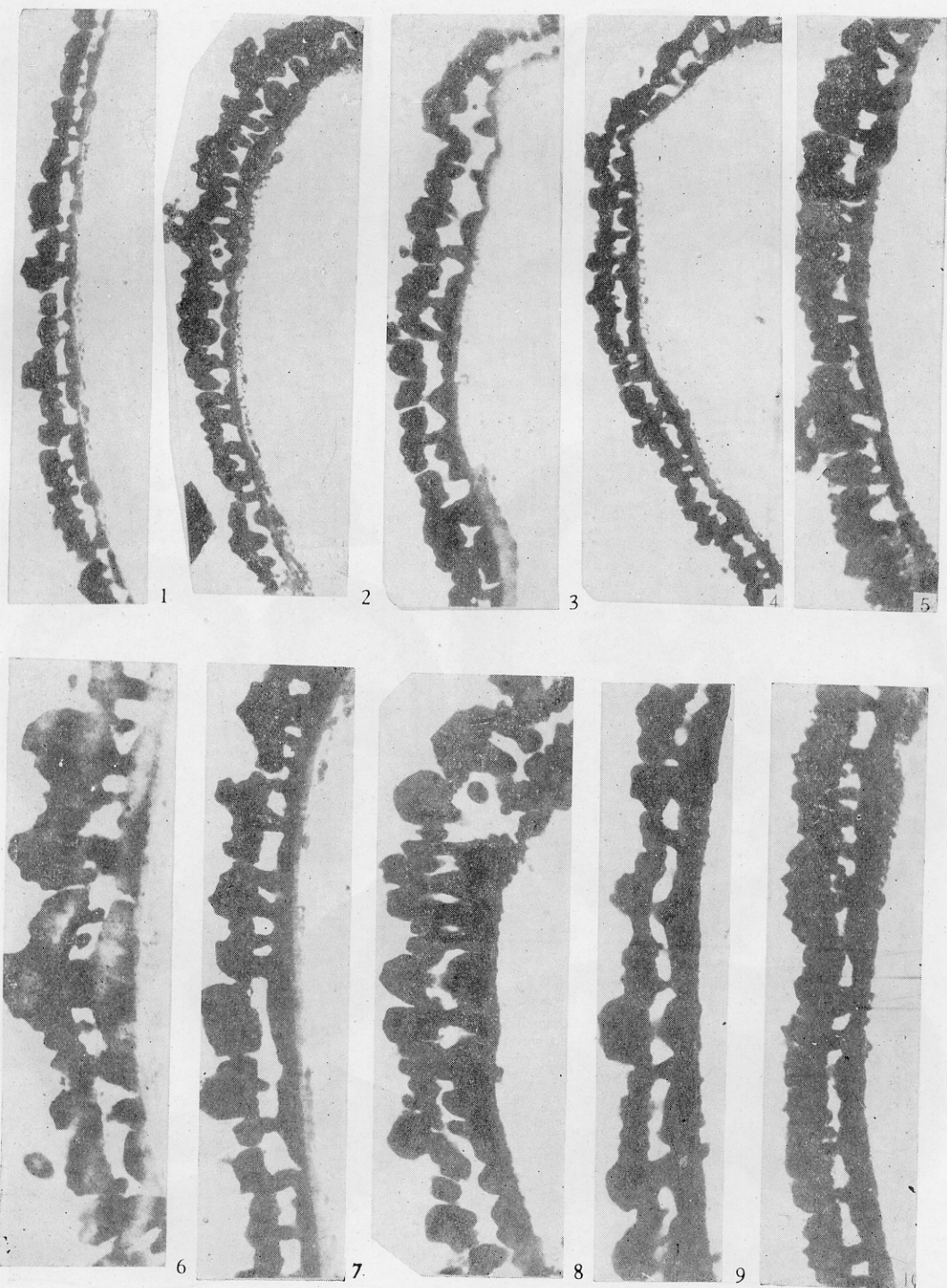


1—3, *Cyclobalanopsis championii*; 4—6, *C. glauca*; 7—9, *C. augustinii*; 10—11, 15, *C. delavayi*; 12—14, *C. faadoouensis*; 17—18, 21, *C. oxyodon*; 22—23, 20, *C. chungii*; 26—27, 16, *C. gambleana*; 24—25, 19, *Quercus alba*; 28—30, *Q. prionides*. 3, $\times 1600$; 4, $\times 3500$; 9, $\times 2240$; 14, $\times 1880$; 15, $\times 3610$; 16, $\times 1700$; 19, $\times 1800$; 20, $\times 1500$; 21, $\times 2450$; 30, $\times 2000$; LM $\times 1000$.

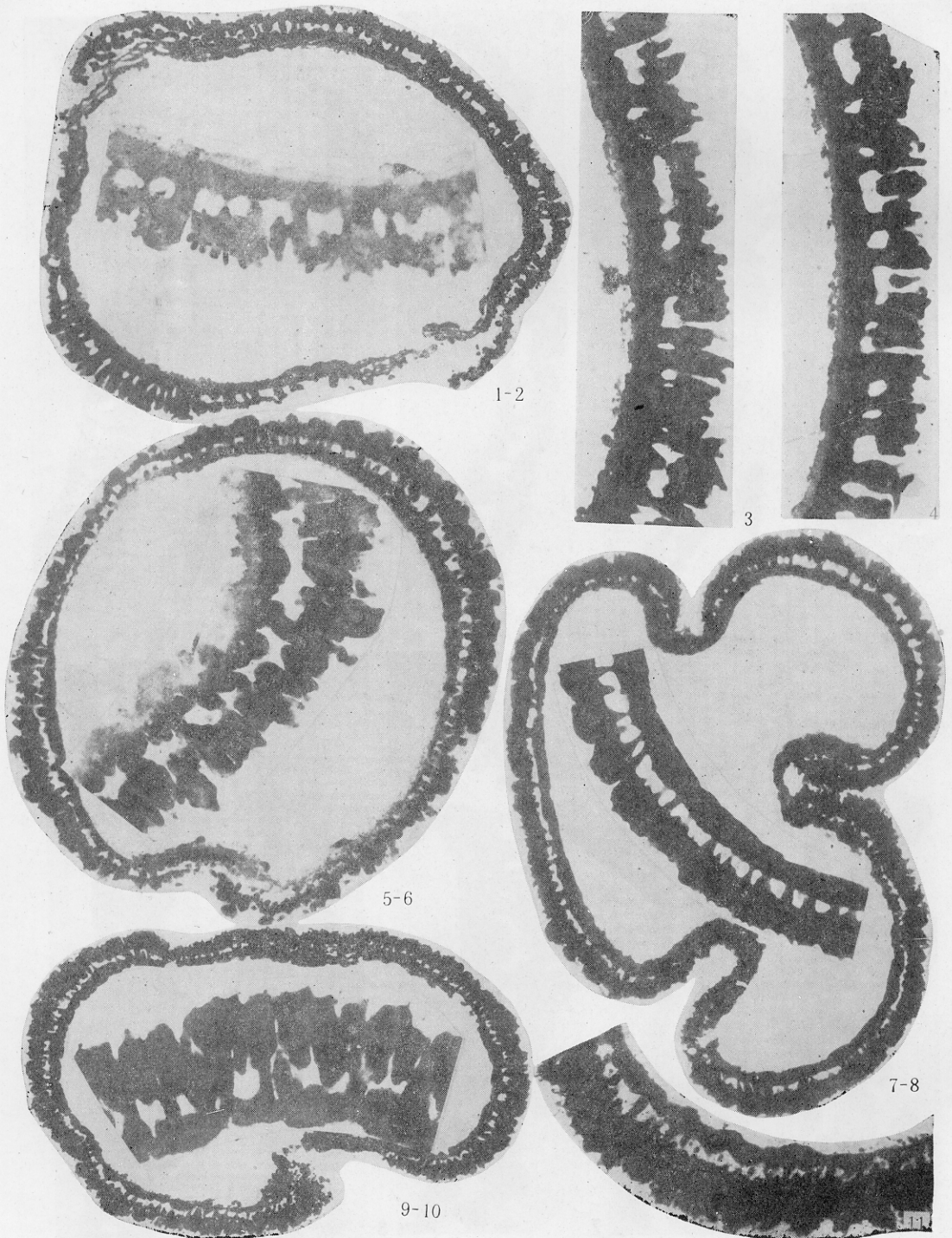


1—2, 26, *Cyclobalanopsis nubium*; 3—4, 31 *C. doquinschanensis*; 7—8, 22, *C. gracilis*; 9—10, 25, *C. obovata*; 11—14, 20, *C. breviradiata*; 16—17, 6, *C. glaucoides*, 18—19, 32, *C. kerrii*; 23—24, 21, *C. myrsinaefolia*; 27—28, 15, *C. meihuashanensis*; 29—30, 5, *C. multinervis*.

5, $\times 2100$; 6, $\times 2000$; 15, $\times 1720$, 20, $\times 1600$; 21, $\times 1500$; 22, $\times 1900$; 25, $\times 1860$; 26, $\times 1650$; 31, $\times 1950$; 32, $\times 2030$; LM $\times 1000$.



1—2, *Quercus fabri*; 3—4, *Q. variabilis*; 6—7, *Q. aliena*; 8—9, *Q. prinoides* (国外种) 5, 10, *Cyclobalanopsis oxyodon*.
1,4, $\times 7400$; 2—3, $\times 1000$; 8—9, $\times 11500$; 5, 10, $\times 9000$; 6, $\times 15000$; 7, $\times 13000$.



1—2, *Quercus panaosa*; 3—4, *Q. senicorpifolia*; 5—6, *Q. franchetii*; 9—10, *Cyclibalanopsis myrsinoefolia*; 7—8, *C. kerrii*; 11, *C. augustinii*.

1,5,7,9, $\times 4100$; 3,4, $\times 12300$; 2, $\times 8700$; 6, $\times 12600$; 8, $\times 14000$; 10,11, $\times 8500$.